

Docket No. 1232-5210

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): Kazuhiro MATSUMOTO

Group Art Unit: TBA

Serial No.: 10/716,148

Examiner: TBA

Filed: November 17, 2003

For: X-RAY DIGITAL TOMOGRAPHIC IMAGE TAKING APPARATUS

CERTIFICATE OF MAILING (37 C.F.R. §1.8(a))

Mail Stop
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

I hereby certify that the attached:

1. Claim to Convention Priority w/ document
2. Certificate of Mailing
3. Return postcard receipt

along with any paper(s) referred to as being attached or enclosed and this Certificate of Mailing are being deposited with the United States Postal Service on date shown below with sufficient postage as first-class mail in an envelope addressed to the: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Respectfully submitted,
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

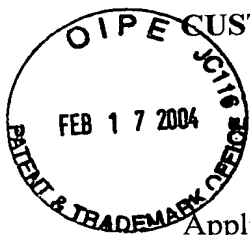
Dated: February 17, 2004

By: _____

Helen Tiger

Correspondence Address:

MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.
345 Park Avenue
New York, NY 10154-0053
(212) 758-4800 Telephone
(212) 751-6849 Facsimile



CUSTOMER NO. 27123

Docket No. 1232-5210

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): Kazuhiro MATSUMOTO

Group Art Unit: TBA

Serial No.: 10/716,148

Examiner: TBA

Filed: November 17, 2003

For: X-RAY DIGITAL TOMOGRAPHIC IMAGE TAKING APPARATUS

CLAIM TO CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

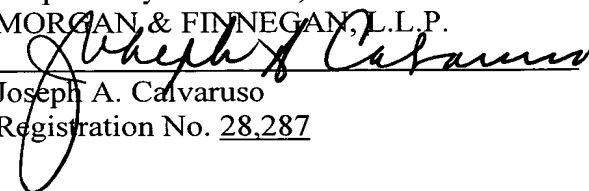
In the matter of the above-identified application and under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. §1.55, applicant(s) claim(s) the benefit of the following prior application(s):

Application(s) filed in: Japan
In the name of: Canon Kabushiki Kaisha
Serial No(s): 2002-342772
Filing Date(s): November 26, 2002

- ☒ Pursuant to the Claim to Priority, applicant(s) submit(s) a duly certified copy of said foreign application.
- ☐ A duly certified copy of said foreign application is in the file of application Serial No. _____, filed _____.

Dated: February 11, 2004

Correspondence Address:
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.
345 Park Avenue
New York, NY 10154-0053
(212) 758-4800 Telephone
(212) 751-6849 Facsimile

Respectfully submitted,
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.
By: 
Joseph A. Calvaruso
Registration No. 28,287

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 1 月 2 6 日
Date of Application:

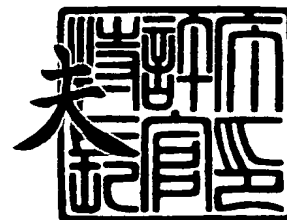
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 4 2 7 7 2
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 3 4 2 7 7 2]

出 願 人 キヤノン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 2 月 1 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 226394

【提出日】 平成14年11月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 5/00

【発明の名称】 X線デジタル断層撮影装置

【請求項の数】 6

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社
社内

【氏名】 松本 和弘

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100090273

【弁理士】

【氏名又は名称】 國分 孝悦

【電話番号】 03-3590-8901

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 035493

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705348

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 X線デジタル断層撮影装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被写体にX線を照射するX線照射手段と、前記X線照射手段から照射されたX線をデジタル画像データとして取得する固体撮像手段とを備え、前記X線照射手段と前記固体撮像手段とを互いに反対方向に同期移動させて被写体の断層撮影を行うX線デジタル断層撮影装置において、

断層撮影の開始から終了までの行程を、前記X線照射手段から照射されるX線のエネルギーが異なる複数区間に分割し、前記X線エネルギーが異なる各区内に複数回の撮影を行うとともに前記固体撮像手段からの画像データの読出しを行う読出し手段を備えたことを特徴とするX線デジタル断層撮影装置。

【請求項 2】 前記読出し手段による画像データの読出しを、前記X線エネルギーが異なる各区分毎に一括して行うことを特徴とする請求項 1 記載のX線デジタル断層撮影装置。

【請求項 3】 前記固体撮像手段が非破壊読出し可能であり、前記X線エネルギーが異なる各区分内の個々の撮影毎の画像データを非破壊読出しで行うことを特徴とする請求項 1 記載のX線デジタル断層撮影装置。

【請求項 4】 前記X線照射手段の管電圧値を高電圧と低電圧とに切替える管電圧切換え手段を備えたことを特徴とする請求項 1～3 の何れか 1 項に記載のX線デジタル断層撮影装置。

【請求項 5】 前記X線照射手段と被写体との間に、X線のエネルギーを変化させるX線フィルタを複数種類選択配置可能にするとともに、前記X線フィルタを交代させるフィルタ交代手段を備えたことを特徴とする請求項 1～3 の何れか 1 項に記載のX線デジタル断層撮影装置。

【請求項 6】 前記読出し手段により読出された画像データのうち、同一X線エネルギーにより撮影された画像データを断層像として再構成する演算手段と、前記演算手段により再構成されたX線エネルギーの異なる複数の断層像を重み付けサブトラクションを行う減算手段とを備えたことを特徴とする請求項 1～5 の何れか 1 項に記載のX線デジタル断層撮影装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、被検体を透過したX線を基に被検体の断層画像を可視化するX線デジタル断層撮影装置に関するものである。

【0002】**【従来の技術】**

従来より、X線フィルムを用いたX線断層撮影法が行われている。このX線断層撮影法では、X線ビームの中心とX線フィルムの中心とが常に一致するように、X線管球とX線フィルムとをその両者の間に配置された被検体に関して互いに反対方向に同期移動させながら複数回のX線曝射を行い、その各々のX線透過像を1枚のフィルムに多重露光させることにより、被検体の断層面付近以外に位置する構成物の画像をボケさせて断層面の画像を得るものである。また、X線フィルムに代りにI.I.(イメージインテンシファイア)とTV撮像系とを用いてデジタル画像データを得て、それらを加算による再構成を行うことによりフィルム上で多重露光させた場合と同じ断層像を得る、デジタル断層撮影装置も製品化されている。

【0003】

一方、高エネルギーX線で得られた画像と低エネルギーX線で得られた画像とを重み付け減算して骨や石灰化病変のみを、あるいは骨を消去し軟部組織のみを抽出するデュアルエネルギーサブトラクション法が知られている。

【0004】

このデュアルエネルギーサブトラクション撮影法を上記の断層撮法に適用した従来例としては、イメージングプレートを用いて、高エネルギー、低エネルギーの画像を2回に分けて撮像するものや2枚のイメージングプレートの上に1枚のCu板を挟んだ状態で1回の撮影で高エネルギーの画像と低エネルギーの画像とをその1枚ずつのイメージングプレートにおいて同時に得るもの、また、例えば特許第2871053号公報に記載されているように、I.I.とテレビカメラを組み合わせたX線撮像装置に照射するX線の管電圧を1曝射毎に高電圧と低電圧と

に交互に切り替えたり、X線エネルギーを変化させるためにX線フィルタを入れ替えたりすることにより高圧像と低圧像を得るものが知られている。

【0005】

【特許文献1】

特許第2871053号明細書

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、撮影を2回に分ける方法は、最初に高圧断層像を撮影し、次に低圧断層像を撮影するため、両撮影を行うにあたって時間間隔が生じる。この時間間隔内に被検体の呼吸等による体動が生じると、両撮影画像に記録されるX線像に位置ズレが起き、デュアルエネルギーサブトラクション処理において、正確な差分画像を得ることができないという欠点がある。

【0007】

2枚のイメージングプレートを用いる方法では、1回の撮影でエネルギーの異なる2枚の画像を得ることができるので2回にわたる撮影を行う必要がなく、被検体の体動ブレによる不都合は生じない。しかしながら、2枚の画像はX線管の管電圧値を高／低に切り換えて得られたものではないので、1枚目のイメージングプレートに高エネルギーX線の影響による画像があらわれたり、銅板を通過したいくらかの低エネルギーX線の影響が2枚目のイメージングプレートにあらわれたりすることがある。そのため、管電圧を切り換える撮影のそれに比べ、良好なサブトラクション画像が得られないという欠点がある。

【0008】

管電圧やフィルタを1曝射毎に交互に切り替える方法では以下のような欠点がある。

切り替え時間が必要になり断層撮影に要する時間が増大して診断効率が低下する。短時間での管電圧の頻繁な切り替えはX線管球に負荷がかかり寿命が低下する。フィルタの切り替えを短時間のうちにX線曝射と同期させて行わなければならないので、正確な切り替えが可能な装置が必要となる。高圧断層像、低圧断層像を再構成するための演算回数がX線の曝射回数だけ必要である。

【0009】

本発明の目的は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、1回の断層撮影でデュアルエネルギー撮影を行うことができるX線デジタル断層撮影装置を提供することにある。

【0010】**【課題を解決するための手段】**

斯かる目的を達成するために、本発明のX線デジタル断層撮影装置は、被写体にX線を照射するX線照射手段と、前記X線照射手段から照射されたX線をデジタル画像データとして取得する固体撮像手段とを備え、前記X線照射手段と固体撮像手段とを互いに反対方向に同期移動させて被写体の断層撮影を行う本発明のX線デジタル断層撮影装置において、断層撮影の開始から終了までの行程を、前記X線照射手段から照射されるX線のエネルギーが異なる複数区間に分割し、前記X線エネルギーが異なる各区間内に複数回の撮影を行うとともに前記固体撮像手段からの画像データの読出しを行う読出し手段を備えた。

【0011】

また、本発明のX線デジタル断層撮影装置は、前記読出し手段による画像データの読出しを、前記X線エネルギーが異なる各区間毎に一括して行うようにした。

【0012】

また、本発明のX線デジタル断層撮影装置は、前記固体撮像手段が非破壊読出し可能であり、前記X線エネルギーが異なる各区間内の個々の撮影毎の画像データを非破壊読出しで行うようにした。

【0013】

また、本発明のX線デジタル断層撮影装置は、前記X線照射手段の管電圧値を高電圧と低電圧とに切替える管電圧切換え手段を備えた。

【0014】

また、本発明のX線デジタル断層撮影装置は、前記X線照射手段と被写体との間に、X線のエネルギーを変化させるX線フィルタを複数種類選択配置可能にするとともに、前記X線フィルタを交代させるフィルタ交代手段を備えた。

【0015】

さらに、本発明のX線デジタル断層撮影装置は、前記読出し手段により読出された画像データのうち、同一X線エネルギーにより撮影された画像データを断層像として再構成する演算手段と、前記演算手段により再構成されたX線エネルギーの異なる複数の断層像を重み付けサブトラクションを行う減算手段とを備えた。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施形態を、添付図面を参照しながら詳細に説明する。

図1は、本発明に係るX線デジタル断層撮影装置の一実施形態の概略構成を示すブロック図である。1は断層撮影台で、被検体2を載置する寝台11と、被検体2を挟んで対向配置されたX線管12と、図示しない筐体内に收容された固体撮像部13と固体撮像部13の駆動および被検体のX線像を電気信号として読出しデジタル画像データを生成する撮像駆動部14とから成るX線検出器15により構成されている。また、X線管12とX線検出器15とは揺動レバー16で連結されて断層面21上の1点を中心に互いに逆方向に平行移動するように構成されている。

【0017】

3は断層撮影台1やX線制御器4などに指令を送信して、断層撮影の一連の行程を制御する撮影制御器であり、撮影開始スイッチ31と撮影中止スイッチ32が接続されており、例えば撮影時のX線管12とX線検出器15の移動や、X線制御器4および撮像駆動部14へ送信するX線曝射信号および画像データの読出しのタイミング等を制御している。5は撮影条件設定器で撮影制御器3に接続されており、設定された撮影条件に基づいてX線制御器4が高圧発生器6を制御し、所望の管電圧、管電流、照射時間のX線がX線管12から照射される。また、撮影制御器3により制御されるX線管12とX線検出器15の移動も、撮影条件設定器5で設定された撮影条件に基づいて行われる。

【0018】

固体撮像部13は2次元の平面形状であり、図2に示すように、被検体を透過

したX線を電荷に変換するX線検出層131と、この電荷を読み出し電気信号に変換するマトリックス状のTFTトランジスタ回路132とから成り、ガラス基板133上に形成されている。また、撮像駆動部14は、TFTトランジスタ回路132で変換された電気信号を増幅するアンプ141、アンプ141の出力をデジタル信号に変換するA/D変換器142、制御回路143、制御回路143で制御されA/D変換器142により変換されたデジタル信号にフレーム番号等を付け加えてデジタル画像データを出力する加算器144とで構成されている。制御回路143は、X線検出層131によりX線から変換された電荷をTFTトランジスタ回路132により電気信号として読み出す駆動タイミングやA/D変換器142、加算器144を制御し、また、アンプ141のゲインの設定も制御する。この撮像駆動部14と固体撮像部13が筐体に収容され、X線検出器15を構成している。

【0019】

この固体撮像部13では、X線検出層がヨウ化セシウム(CsI)層とされ、入射X線はCsI層でそのエネルギーを放出して蛍光に変換され、変換された光はCsIの柱状結晶構造でTFTトランジスタ回路上のフォトダイオードに導びかれる。フォトダイオードでは光から電荷への変換がなされ、変換された電荷はコンデンサに蓄積されてTFTトランジスタ回路の読出し回路により電気信号として読出される。このフォトダイオードが1画素に相当し、電気信号はマトリクス状に配列された画素毎に読出される。さらに、この読出し回路は非破壊読出しが可能となっており、制御回路143により破壊読出しと非破壊読出しの選択が可能となっている。ところで、非破壊読出し不可能な固体撮像素子は受光状態にあると、素子の各画素にはその入射光量に応じた電荷が蓄えられるが、この蓄積された電荷を電気信号として素子の外部に取り出した時点で素子内部には電荷が無くなる。このため、一旦電気信号を読出すと、読出された時点以降に受光した電荷しか蓄積し読出すことはできない。一方、非破壊読出し可能な固体撮像素子では、蓄積された電荷を電気信号として素子の外部に取り出しても素子内部の電荷は破壊されない。したがって蓄積途中の各画素の電荷量に比例する出力を得ることができるとともに、引き続き電荷の蓄積動作を継続することができるもので

ある。

【0020】

図1に戻り、X線検出器15から出力されるデジタル画像データは信号処理装置7へ送信され、画像メモリ71に記録される。信号処理装置7には画像表示用のモニタ8が接続され、メモリ71のほかには画像データの加算もしくは減算等の演算を行う演算器72、モニタ8に表示される画像の諧調を調整する諧調調整器73、画像処理指定器74が含まれる。画像処理指定器74は撮影制御器3の指令に基づいて、画像メモリ71、演算器72、諧調調整器73を制御する。

【0021】

以上のように構成された本実施形態のX線デジタル断層撮影装置は次のように動作する。

撮影の準備として、診断上の所望の断層画像を得るべく、オペレータが断層撮影条件を撮影条件設定器5から設定する。主な条件は、管電圧、管電流、X線照射時間等のX線照射条件や撮影角度範囲、撮影回数であり、例えばその一例を図3に示す。すなわち、断層面21の中心を通る鉛直線Gを中心にして左右それぞれ45度すなわち90度の範囲を撮影角度範囲とし、X線管12がP1位置にある地点を撮影開始地点とし、Pn位置を経由してP2n位置にある地点を撮影終了地点とする。この範囲をさらにおおよそ22.5度ずつの4つの撮影範囲に分ける。X線管12がP1位置にある地点を撮影開始地点とし、このP1位置からPn/2位置までを第1撮影範囲、Pn/2+1位置からPn位置までを第2撮影範囲、Pn+1位置からP3n/2位置までを第3撮影範囲、P3n/2+1位置からP2n位置までを第4撮影範囲とする。

【0022】

以上のような撮影行程における被検体の撮影は、P1位置からP2n位置までを2n-1等分された各位置(P1, P2, ..., P2n-1, P2n)でパルスX線が照射され、結果として2n回の撮影が行われるように設定されている。本実施形態では、管電流IをI1、X線照射時間TをT1に設定し、2n回の撮影中各条件は一定にしておく。管電圧Vは、第1、第3撮影範囲をVh(高压値)、第2、第4撮影範囲をVl(低压値)に設定し、同一撮影範囲の撮影中は一定に

しておく。

【0023】

次に、撮影開始スイッチ 31 が押され、その信号が撮影制御器 3 へ送信されると、撮影制御器 3 は断層撮影台 1、X線制御器 4、撮像駆動部 14 へ撮影に必要な指令を送信し、各ユニットの作動を制御する。すなわち、断層撮影台 1 内に設けられた不図示の駆動部を制御する制御信号が断層撮影台 1 へ送信されると、揺動レバー 16 で連結された X線管 12 と X線検出器 15 の移動が図 1 の位置から点線矢印方向へ開始される。

【0024】

また、X線照射条件と撮影開始信号が X線制御器 4 へ送信されると、X線制御器 4 は高圧発生器 6 を作動させて管電圧 V_h 、管電流 I_1 、照射時間 T_1 の X線を X線管 12 から照射させ、それ以降所定時間間隔 t_1 毎に同じ X線照射条件下でパルス X線を照射させる。

【0025】

さらに、撮像駆動部 14 内の制御回路 143 へ撮影条件と撮影開始信号が送信されると、パルス X線の照射が終了する度に制御回路 143 は T F T トランジスタ回路 132 を作動させて被検体 2 を透過した X線を電気信号として読出し、それ以降時間間隔 t_1 毎に同じ作動を繰返して X線を電気信号として読出するように制御される。ここで、時間間隔 t_1 毎の X線照射に対応する電気信号の読出しは、X線管 12 が第 1 から第 4 までの各撮影範囲の最終撮影位置、すなわち $P_{n/2}$ 位置、 P_n 位置、 $P_{3n/2}$ 位置、 P_{2n} 位置にあるときに撮影された場合のみ破壊読出しが行われ、それ以外は非破壊読出しが行われるように制御される。そして、X線管 12 が P_1 にある地点から P_{2n} 位置にある地点までの $2n$ 回の X線照射に対応して、それぞれ A_1 から A_{2n} までの $2n$ フレーム分の電気信号が画素毎に読み出される。

【0026】

読出された電気信号は、予めデフォルトで設定されているアンプ 141 のゲインに従って増幅されたのち A/D 変換器 142 によってデジタル信号に変換される。そして、1 フレーム分のデジタル信号毎に順次フレーム番号や撮影条件等の

付与情報が加算器 144 により付与されて、最終的に D_1 から D_{2n} までの $2n$ フレーム分のデジタル画像データが生成される。これらのデジタル画像データは断層撮影中に順次、画像メモリ 71 へ送信されて記憶される。ところで、上述の各撮影範囲の最終撮影後に破壊読出しされる電気信号は、従来のアナログ断層撮影の場合と同様に、各撮影範囲の撮影開始から撮影終了までの間に行われた個々の撮影で蓄積された電荷の総和となる。したがって図 4 に示したように、これらのデジタル画像データは各撮影範囲の個々の撮影で得られた画像データの加算と同等のものになる。以上説明した内容が撮影行程の動作である。

【0027】

次に、画像データの処理行程の動作について説明する。

撮影の準備としてオペレータは、断層撮影条件の他に断層画像の再構成条件も撮影条件設定器 5 から設定する。本実施形態では、設定された断層撮影条件に基づき、第 1、3 撮影範囲の画像データから高圧断層像、第 2、4 撮影範囲の画像データから低圧断層像をそれぞれ演算し、次にこれらの画像を重み付け差分処理することにより被写体の骨部のみが抽出されたデュアルエネルギーサブトラクション断層像を再構成して表示する指令が撮影制御器 3 から画像処理指定器 74 へ送信されており、画像処理指定器 74 は画像メモリ 71、演算器 72、諧調調整器 73 を以下のように制御する。

【0028】

画像メモリ 71 へ送信、記憶される $2n$ フレーム分の画像データ $D_1 \sim D_{2n}$ のうち、画像データ $D_{n/2}$ 、 D_n 、 $D_{3n/2}$ 、 D_{2n} が演算器 72 へ送信され、それぞれ $[D_{n/2} + D_{3n/2}] (=D_h)$ 、 $[D_n + D_{2n}] (=D_l)$ の加算が行われたのち、この 2 つの画像データ D_h 、 D_l は画像メモリ 71 へ再び送信、一旦記憶される。次に、これら 2 つの画像データが演算器 72 へ再び送信され、高圧断層像の画像データ D_h の軟部組織の濃度値と、低圧断層像の画像データ D_l の軟部組織の濃度値とが等しくなるように、高圧断層像の画像データ D_h 全体にある係数が乗算(重み付け)されたのち、重み付けされた高圧断層像の画像データと低圧断層像の画像データとの差分が算出される。この差分処理により、軟部組織は消去されて骨部のみが抽出された断層像の画像データが再構成される。

そして、この画像データは画像メモリ 71 へ送信、記憶されるとともに、諧調調整器 73 を経由してモニタ 8 へ送信され、被検体の骨部が抽出された断層画像が表示される。

【0029】

また、各撮影範囲内の画像データの読出しを非破壊読出しで行っているので、例えば、 $[D_{2n} - D_{2n-1}]$ や $[D_n - D_{n-1}]$ などの撮影行程の隣接する読出し行程により取得された画像データの画素毎の差分データは、それぞれ X 線管 12 が P_{2n} や P_n 位置にある地点での斜入もしくは通常撮影で得られる画像データとなる。このような画像データの再構成を隣接する読出し行程により取得された全ての画像データ間で行えば、個々の撮影後の画像データの読出しを全て破壊読出しで行った場合の画像データと同等なものを得ることができる。

【0030】

本実施形態の変形例では、パルス X 線を使用せずに、各撮影範囲単位で X 線を連続照射するようにしてもよい。

また、各撮影範囲の最終撮影後の電気信号の読出しは破壊読出しで行われているが、これを非破壊読出しで行ったのちに破壊読出しを行って固体撮像部に蓄積された電荷をリセットし、引き続き次の撮影範囲での撮影を開始するようにしても構わない。

【0031】

また、管電圧の切り換えの代りに照射 X 線のエネルギーを変化させる X 線フィルタを、従来技術である特許第 2871053 号公報に開示されているようなフィルタ交換手段で、各撮影範囲毎に X 線管と被写体との間に選択配置させるようにしてもよい。

【0032】

次に、他の実施形態を先の実施形態と関連させながら説明する。

X 線デジタル断層撮影装置の構成、画像データの処理行程の動作は先の実施形態と同じであるが、撮影行程は次のように動作する。

撮影の準備として、先の実施形態と同じ断層撮影条件が撮影条件設定器 5 から設定される。主な条件は、管電圧、管電流、X 線照射時間等の X 線照射条件や撮

影角度範囲、撮影回数である。撮影開始スイッチ 31 が押されると先の実施形態と同様に、X線管 12 と X線検出器 15 の移動が開始され、管電圧 V_h 、管電流 I_1 、照射時間 T_1 のパルス X線が所定時間間隔 t_1 毎に X線管 12 から照射される。そして、パルス X線の照射が終了する度に被検体 2 を透過した X線が固体撮像部に画素毎に電荷として蓄積される。しかし本実施形態では、個々の撮影毎にこの電荷を電気信号として読出すことはなく、各撮影範囲の最終撮影終了後に一括して破壊読出しされる。すなわち、読出される電気信号は各撮影範囲の撮影開始から撮影終了までの間に行われた個々の撮影で蓄積された電荷の総和となる。したがって、取得される電気信号は、先の実施形態で取得される、 $A_{n/2}$ 、 A_n 、 $A_{3n/2}$ 、 A_{2n} と同等の 4 つの電気信号だけとなる。

【0033】

そして、これらの読出された電気信号は、先の実施形態と同様に処理され、最終的に $D_{n/2}$ 、 D_n 、 $D_{3n/2}$ 、 D_{2n} の 4 フレーム分のデジタル画像データが生成される。以上が撮影行程の動作である。画像データの処理行程も、先の実施形態と全く同様に動作し、モニタ 8 には被検体の骨部が抽出された断層画像が表示される。

【0034】

次に、他の実施形態を説明する。

X線デジタル断層撮影装置の構成は先の実施形態と同じであるが、図 5 に示した撮影条件に基づき動作する。すなわち、断層面 21 の中心を通る鉛直線 G を中心にして左右それぞれ 45 度すなわち 90 度の範囲を撮影角度範囲とし、X線管 12 が P1 位置にある地点を撮影開始地点とし、Pn 位置を経由して P2n 位置にある地点を撮影終了地点とする往路撮影範囲とする。引き続き、X線管 12 が P2n 位置にある地点を撮影開始地点とし、Pn 位置を経由して P1 位置にある地点を撮影終了地点とする復路撮影範囲とする。

【0035】

以上のような撮影行程における被検体の撮影は、P1 位置から P2n 位置までを $2n-1$ 等分された各位置 (P_1 , P_2 , ..., P_{2n-1} , P_{2n}) で 2 回づつパルス X線が照射され、結果として $2n \times 2 (= 4n)$ 回の撮影が行われるよ

うに設定されている。本実施形態では、管電流 I を I_2 、X線照射時間 T を T_2 に設定し、 $4n$ 回の撮影中各条件は一定にしておく。管電圧 V は、往路撮影範囲を V_h (高圧値)、復路撮影範囲を V_l (低圧値) に設定し、同一撮影範囲の撮影中は一定にしておく。

【0036】

撮影開始スイッチ 31 が押されると先の実施形態と同様に、X線管 12 と X線検出器 15 の移動が開始され、管電圧 V_h 、管電流 I_2 、照射時間 T_2 のパルス X線が所定時間間隔 t_2 毎に X線管 12 から照射される。そして、パルス X線の照射が終了する度に被検体 2 を透過した X線が固体撮像部に画素毎に電荷として蓄積され、X線管 12 が往路、復路の両撮影範囲の最終撮影位置、すなわち P_{2n} 位置、 P_1 位置にあるときに撮影された場合のみ破壊読出しが行われ、それ以外は非破壊読出しが行われるように制御される。

【0037】

そして、X線管 12 が P_1 にある地点から P_{2n} 位置を経由して再び P_1 位置に戻るまでの $4n$ 回の X線照射に対応して、それぞれ A_1 から A_{4n} までの $4n$ フレーム分の電気信号が画素毎に読み出される。これらの読出された電気信号は、先の実施形態と同様に処理され、最終的に D_1 から D_{2n} までの $4n$ フレーム分のデジタル画像データが生成され、画像メモリ 71 へ送信されて記憶される。そして、上述の両撮影範囲の最終撮影後に破壊読出しされる電気信号は、各撮影範囲の撮影開始から撮影終了までの間に行われた個々の撮影で蓄積された電荷の総和となる。したがって図 6 に示したように、これらのデジタル画像データは各撮影範囲の個々の撮影で得られた画像データの加算と同等のものになる。以上が撮影行程の動作である。

【0038】

画像データの処理行程における基本的な画像データの流れは先の実施形態と同じであるが、画像データ D_{2n} 、 D_{4n} はそれぞれそのまま高圧断層像、低圧断層像となり、これらの画像を重み付け差分処理することにより被写体の骨部のみが抽出されたデュアルエネルギーサブトラクション断層像がモニタ 8 に表示される。

【 0 0 3 9 】

また、以上説明したように、断層撮影行程を X 線エネルギーが異なる区間に分割する分割数は、上述の実施形態の 4 分割、2 分割に限定されるものではない。

【 0 0 4 0 】

また、本発明の目的は、前述した実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを記録した記憶媒体を、システム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ（または CPU や MPU）が記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出し実行することによっても、達成されることは言うまでもない。

【 0 0 4 1 】

この場合、記憶媒体から読み出されたプログラムコード自体が前述した実施形態の機能を実現することになり、プログラムコード自体及びそのプログラムコードを記憶した記憶媒体は本発明を構成することになる。

【 0 0 4 2 】

プログラムコードを供給するための記憶媒体としては、例えば、フレキシブルディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、CD-R、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、ROM 等を用いることができる。

【 0 0 4 3 】

また、コンピュータが読み出したプログラムコードを実行することにより、前述した実施形態の機能が実現されるだけでなく、そのプログラムコードの指示に基づき、コンピュータ上で稼動している OS（基本システム或いはオペレーティングシステム）などが実際の処理の一部又は全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

【 0 0 4 4 】

さらに、記憶媒体から読み出されたプログラムコードが、コンピュータに挿入された機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書込まれた後、そのプログラムコードの指示に基づき、その機能拡張ボードや機能拡張ユニットに備わる CPU 等が実際の処理の一部又は全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言う

までもない。

【0045】

【発明の効果】

以上説明したように本発明に係る X 線デジタル断層撮影装置は、管電圧、フィルタの切替え回数を減らすことができるので、管球寿命の向上、診断効率の向上、安価なフィルタ切替え装置が実現できる。

さらに、本発明に係る X 線デジタル断層撮影装置によれば、断層像の再構成のための演算回数を減らすことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る X 線デジタル断層撮影装置の一実施形態の概略構成を示したブロック図である。

【図 2】

X 線検出器の構成を模式的に示した図である。

【図 3】

断層撮影行程を模式的に示した図である。

【図 4】

画像データと撮影範囲の関連性を示した図である。

【図 5】

撮影条件を模式的に示した図である。

【図 6】

画像データと撮影範囲の関連性を示した図である。

【符号の説明】

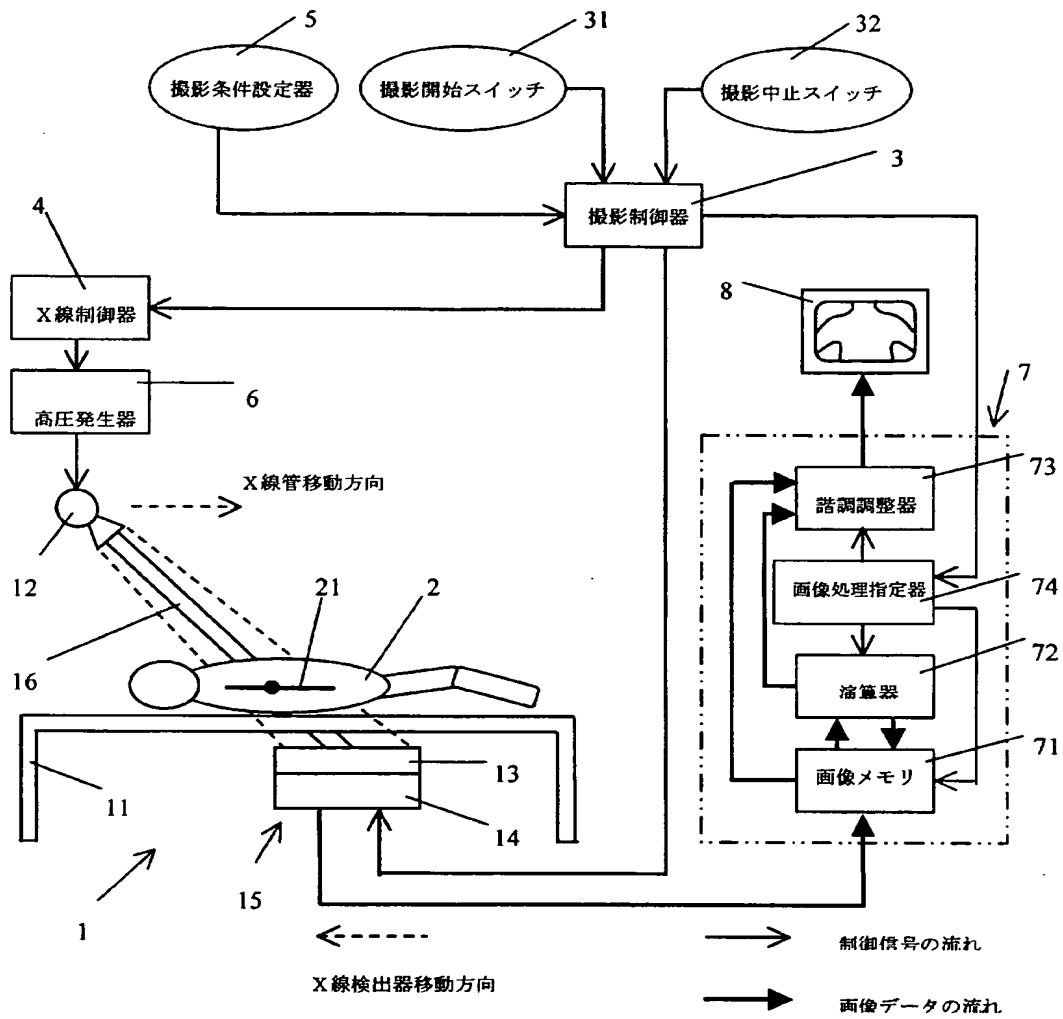
- 1 断層撮影台
- 2 被検体
- 7 信号処理装置
- 8 モニタ
- 12 X 線管
- 13 固体撮像部

1 5 X線検出器

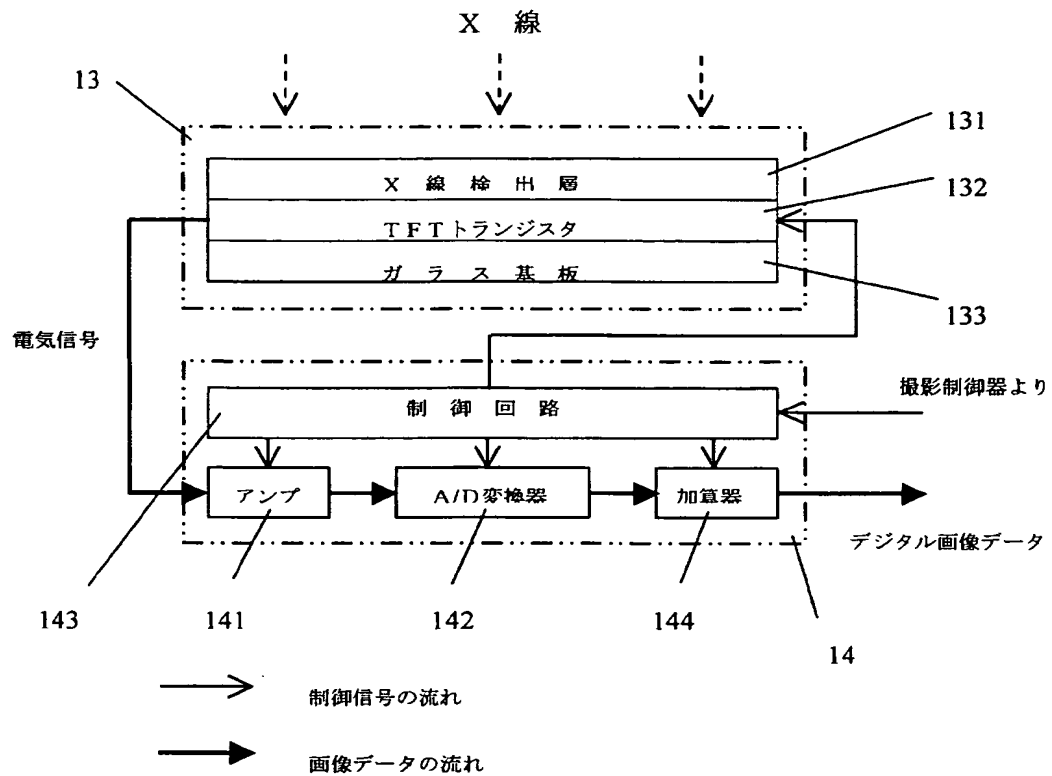
2 1 断層面

【書類名】 図面

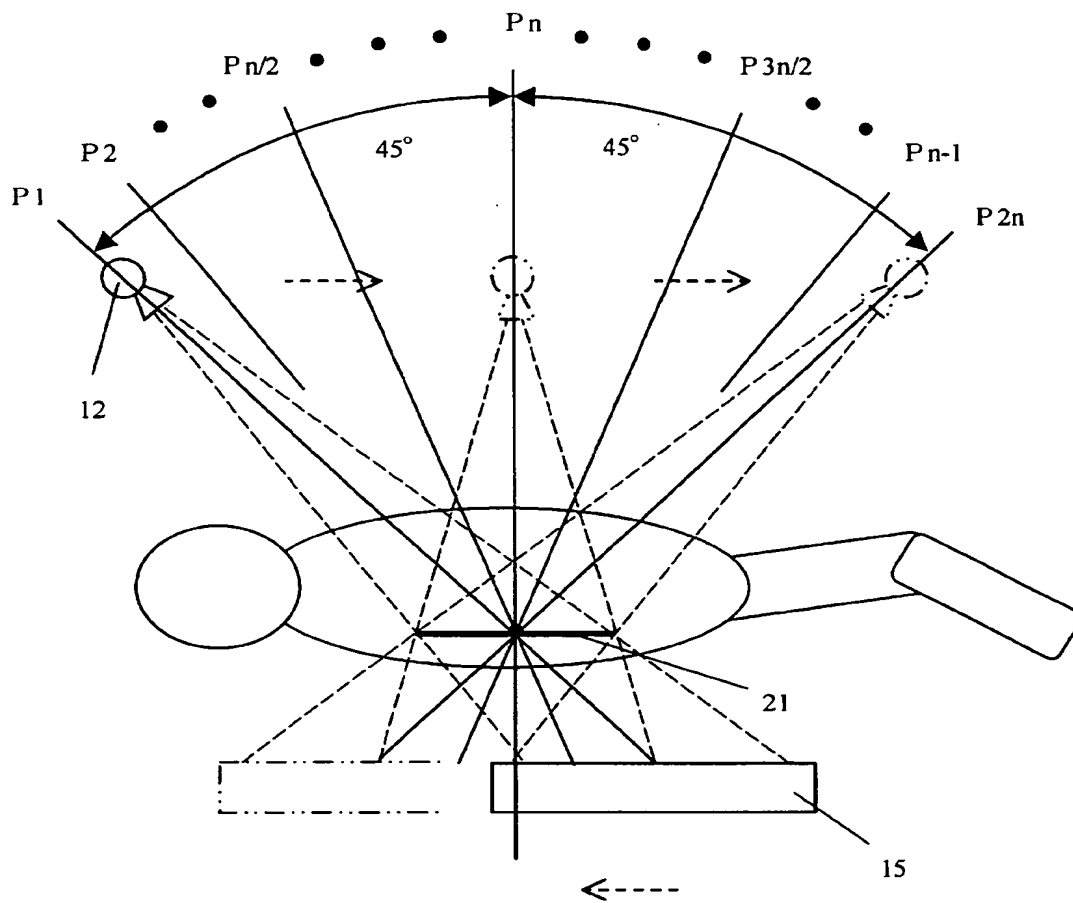
【図 1】



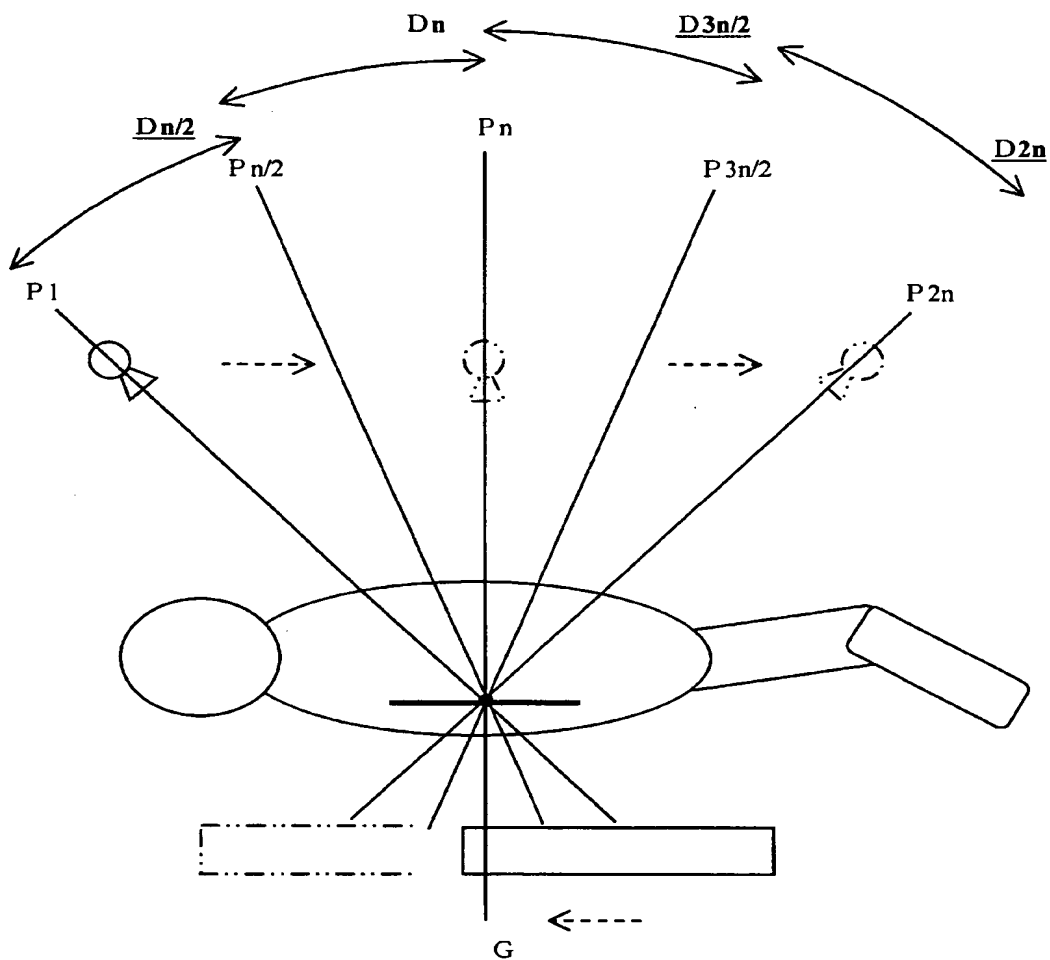
【図 2】



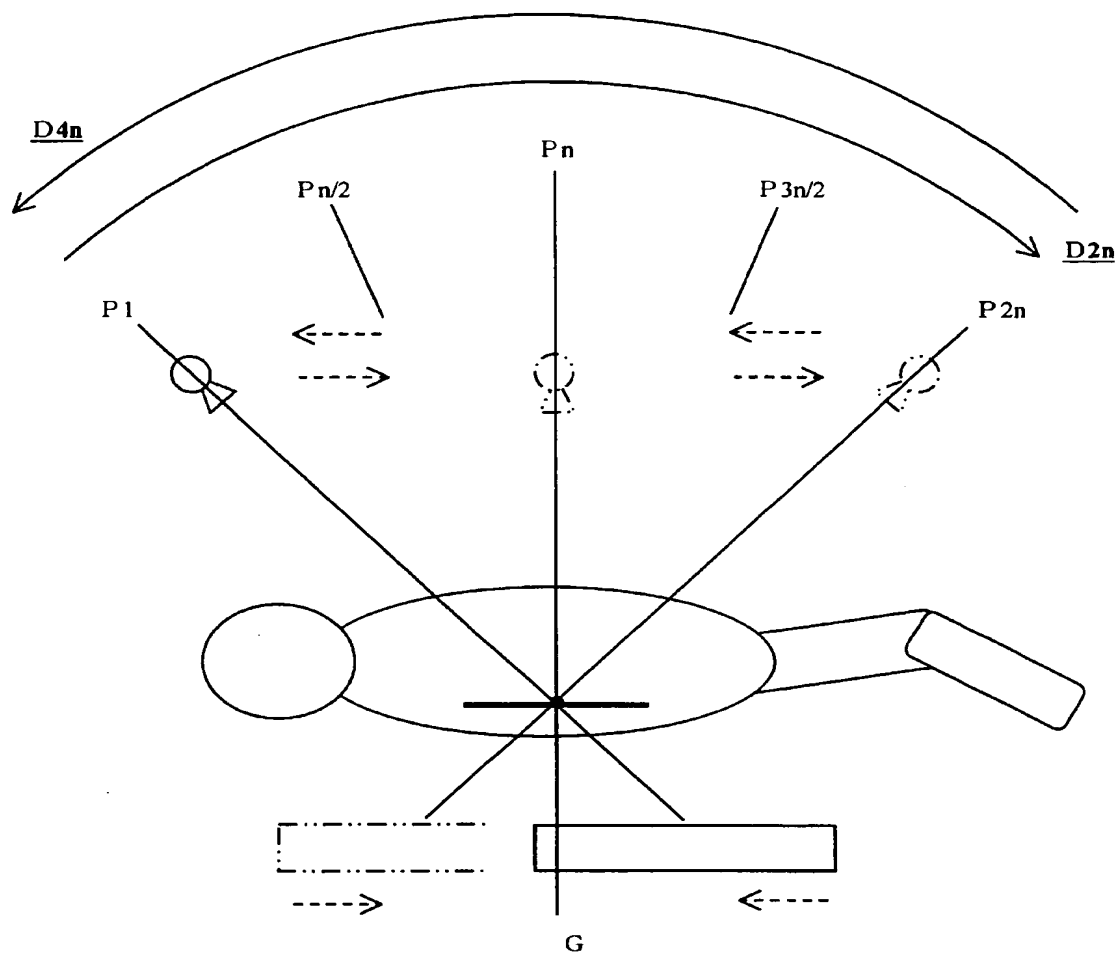
【図 3】



【図 4】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 照射X線の管電圧、X線フィルタの切替え回数を減らすことにより、管球寿命の向上、診断効率の向上、安価なフィルタ切替え装置を実現し、断層像の再構成のための演算回数を減らすことにより、デュアルエネルギーサブトラクション撮影を行う従来の断層撮影装置を改善する。

【解決手段】 被写体にX線を照射するX線管12と、X線管12から照射されたX線をデジタル画像データとして取得する固体撮像部13とを備え、X線管12と固体撮像部13とを互いに反対方向に同期移動させて被写体の断層撮影を行うX線デジタル断層撮影装置において、断層撮影の開始から終了までの行程を、X線管12から照射されるX線のエネルギーが異なる複数区間に分割し、X線エネルギーが異なる各区間内に複数回の撮影を行うとともに固体撮像部13からの画像データの読出しを行う読出し手段を備えた。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 2 - 3 4 2 7 7 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 0 0 7]

1 . 変 更 年 月 日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変 更 理 由]

新 規 登 録

住 所

東 京 都 大 田 区 下 丸 子 3 丁 目 3 0 番 2 号

氏 名

キ ャ ノ ン 株 式 会 社